

UPLand

Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design



Research & experimentation
Ricerca e sperimentazione

HYDROELECTRIC POWER: ARCHITECTURE, WATER AND LANDSCAPE

Chiara Rizzi

*Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritages,
University of Basilicata, IT*

HIGHLIGHTS

- Hydropower energy and environmental quality
- Alpine landscape and hydropower concessions
- Vision as design tool
- Energy devices as architecture to live and landscape to inhabit

ABSTRACT

This contribution wants to sum up some of the considerations developed during the research carried out for BIM of Adige - Trento Province Consortium of Municipalities - and ended on April 2016 with the conference "La città dell'Alt(r)o Adige. Esiti di un percorso di ricerca per il BIM Adige".

Research outcomes show a result – not a definite one - of a survey done with an across-the-board point of view of the disciplines that deal with the relationship between watercourses and human settlements. This viewpoint goes through the disciplines' borders making the architecture and landscape project again a central focus among the most pivotal issues. This reflection begins with a phenomenon that has emerged with some urgency in recent years: the exponential growth of the demands for the creation of new lines and hydroelectric plants, especially small or very small. This new phase coincides with one of the most complex moments of watercourse management due to the overlapping of distinct goals set by two different European Directives that are in conflict with each other: the need to increase the use of renewable energies (Directive 2009/28 / EC) and the need to meet the requirements for classification, protection and improvement of water bodies (Directive 2000/ 60 / EC). This theme becomes an opportunity to make wider reflection on the conflicts generated by the different uses of watercourses and the need to rethink them according to an ecosystem approach.

For a wider discussion of the following subjects, please see the volume titled *La città dell'altro Adige*, of the same author, published by ListLab 2016.

ARTICLE HISTORY

Received: July 04, 2017
Reviewed: September 19, 2017
Accepted: September 26, 2017
On line: Novembre 30, 2017

KEYWORDS

Renewable energy
Hydropower
Vision
Device
Energy landscape

1. INTRODUCTION

The research was based on an initial postulate consisting of a double proposition: the first concerning the state of the art, the second strictly related to the project.

In recent years, the number of applications for the construction of new hydroelectric lines and hydroelectric plants, particularly of small or very small sizes, has grown exponentially. This new phase for hydroelectricity coincides with one of the most complex times in watercourse management: the overlap in time, of the need to increase renewable energy production to achieve the objectives of Directive 2009/28/EC, and the need to translate into practice the obligations to classify, protect and improve water bodies imposed by the Water Framework Directive. This situation has created and is still creating many conflicts, and generating somewhat contradictory choices that are causing serious environmental consequences (see CIRF, 2014)

The second proposition is more closely related to the project. It expresses a position that brings the project back to its primary purpose of combining know-how and vision. The project as an action, interprets the present, with all its contradictions, and translates its complexity into architecture. A project that aspires to be innovative, because "nowadays, maximum innovation is no longer born out of the centre, but from the frontiers between knowledge, where the systems are overlapping" (From Empoli, 2013)

The contribution returns, therefore, to the results of a large number of comparisons, and identifies the gap between the project and technique, between the project and sectoral know-how, the critical point from which to start to address the emerging issues linked to the relationship between towns and water, and more generally, between settlements and environmental systems.

2. TOPICS

In the collective imagination, hydroelectric power enjoys a good reputation. This type of energy is considered to be "green" and "clean", like solar, wind and geothermal energy. This vision, though not without foundation, is certainly partial and incomplete, and may even risk being misleading. In fact, we need to talk about energy production with lower CO₂ emissions rather than energy production with zero emissions, and seriously consider the local impacts it produces, especially and in combination with increasingly lower availability of water resources, both quantitatively and qualitatively. On comparing a hydro power plant that generates 6 GWh of energy to a coal-fired power plant generating the same amount of energy, the Ministry of the Environment has quantified carbon dioxide emissions are reduced by 4,000 tons per year. The environmental impacts of hydroelectricity at a local level are widely known, less so the effects of their combination, and even less well the relationship between landscape and environmental impacts, or rather, between the quality of the architecture and the environment. The European Commission has indicated hydroelectricity production is one of the main causes of failure to achieve or derogations from the eco-friendly objectives required by the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC). In a report on the state of implementation of the aforementioned Directive, which dates back to five years ago, it was already stating: "particular attention must be paid to the development of hydroelectric energy. Proper environmental impacts caused by this type of energy must be appropriately addressed. Priority should be given to the remodelling and expansion of existing plants with respect to the installation of new plants; the latter should be accompanied by a strategic assessment carried out at the river basin level, by selecting the

most suitable locations in terms of energy production and minimum environmental impact" (see COM (2012) 670 final). Despite this, "hydroelectric power production is experiencing a truly global boom". (Zolezzi and Carolli, 2016)

According to the World Energy Council "hydropower is the leading renewable source for electricity generation globally, supplying 71% of all renewable electricity. Reaching 1,064 GW of installed capacity in 2016, it generated 16.4% of the world's electricity from all sources. Hydropower is mature technology in Europe, with an estimated total installed capacity of 294 GW, of which more than 150 GW represents storage and pumped storage stations. Most of the hydropower potential is developed in northern Europe and Alpine region)".

In the industrialised countries, especially in the Alpine region, the hydropower race stands out for (...) the creation of a great number of small run-of-river hydroelectric power plants that, altogether, can't produce the power of one single big dam, with scattered environmental effects on the territory, which are widely underestimated and hardly justified, and where the electricity grid connections would not turn out to be a problem. (Zolezzi e Carolli, 2016)

Such an outburst of demand for small and very small size plans offshoots is quite recent. According to the updated 2015 data contained in the statistical report of the Italian National Grid Operator (GSE) published in March 2017, in Italy there are 3.693 fully operating hydroelectric plants; most of them is of small size, with an overall power lower than 1 MW. During 2015 hydraulic source production was of 45.537 GWh, 42% of the total production from renewable sources.

And especially interesting fact is that at least the 76% of the electricity generated by the hydroelectric plants (34.673 GWh) was produced by more than 10 MW power plants, while only the 6% (2.556 GWh) by small plants, with a power of less than 1 MW.

Considering the above-mentioned fact, we have to underline that "a high amount of Alpine rivers is affected by severe human pressures. Rivers with intact aquatic biocones – expressed by their high ecological status – are restricted throughout the Alps to 11% of the river network. While 15% of the smaller rivers and streams (catchment size 10-100 km²) are still in a high ecological status, only 4% (91km) of the large rivers (catchment size > 1000 km²) remain in a high ecological status" (WWF, 2014).

In the last 15 years many studies on the existing relationship of cause and effect between hydroelectric power production and the environmental and ecological condition of the rivers clearly showed the urgency of carrying out mitigation actions and/or compensation actions and underlined the need of implementing them in an integrated and immediate way throughout the use of new paradigms. Among these have to be mentioned, as examples only, two projects financed by European funds: SHARE – Sustainable Hydropower in Alpine River Ecosystems (Alpine Space Programme 2007–2013) and REFORM – REstoring rivers FOR effective catchment Management (FP7- Programme for Research, Technological Development)

Starting from the same basic assumptions, some of the most recent researches are founded. These studies give the Adige a central position in a conceivable route of integration between different disciplines and the research La Città dell'Altro Adige tried to structure and systematize it.

3. CONTEXT

Over the centuries Adige river has always been heavily manipulated. The works, already started in the Medieval age, were speeded up due to the flood of the city of Trento in 1882. After that time, "Adige river experienced full water regulation, repositioning, straightening all along its course in the valley floor, and it lost its winding and meandric feature, getting every day more and more a canalised and guided look, so that from Merano to Borghetto the river lost 40 km more or less.(...) The hydraulic

adjustment deprived the river of crucial ecological functions and killed a source of biological diversity deriving from the different morphology that develops where there are meanders. The sinuosity of the watercourse favours the formation of deposit and erosion areas in addition to abrasions and puddles, together with the existence of riverbeds with diverse granulometry. A higher morphological diversity produces a higher chance to have niches and different habitats, and supports a benthic community establishment which is varied from a quality point of view and helps a bigger organic substance retention, in this way giving a greater working capability to the watercourse.” (Siligardi, 2016). In addition, Adige catchment basin has at least 43 hydroelectric offshoots in Trentino only (Bertolini & Dori, 2015). Despite the strong denaturalization, the river proved to be able to adapt to some conditions provoked by men and managed to find an ecosystem balance. For these reasons, according to Siligardi, for the Adige case we can talk of meta-ecosystem more than of a simple ecosystem. And, in order to manage it, it would be possible to use an evaluation method based on the energy cost of a river ecosystem (figure1)



Figure 1: Trento, urban section of the Adige. On the right, in addition to their ligneous vegetation, “Le Albere” area, projected by Renzo Piano. *Picture of Augusto De Sanctis (2017)*

During an energy process – said Siligardi - the energy can get different shapes following the principle of conservation expressed by the first law of thermodynamics. Nevertheless, in the several processes of conversion, a certain amount of energy irreversibly degrades becoming heat (entropy), accordingly to the second principle of thermodynamics. The available energy, after deducing entropy, represents the exergy. Based on the studies carried out by Jorgensen (Jørgensen et al. 1995), Siligardi calculated the exergy and the level of complexity of several ecosystem services provided by a river ecosystem and

then he compared them in terms of money value, defining so the value of the eco-exergy. The estimation of the monetary value of an ecosystem service can turn to be a very useful tool, both for managing and for planning the actions connected to river ecosystems, and mainly for it. Being the eco-exergy a paradigm related to ecosystem services, in other words the "multiple benefits offered by the ecosystems to the mankind" (MAE, 2005), strictly concern the relationship between nature and city, between nature and landscape, between nature and architecture. In other words, the exergy is one of the potential factors that our visions should be able to face.

4. VISIONS

2013-20 Environmental Energy Plan of Trento Province sets two possible scenarios connected to just as many opposite factors: on the one hand every day less plants can be built due to climate change (smaller resource availability) and environmental restrictions of water use (minimum vital flow - MVF) increase together with implementation of water regulations; on the other hand we are experiencing production growth due to installation of less than 10MW power plants. In the first (MVF of 11-12%) the estimated production loss is of 169 GWh; in the second (MVF of the 17% more or less) the estimated production loss is considered to be of 394 GWh. The hypothesized actions aimed at increasing the current production are: further strengthening of the existing plant, creation of micro hydro plants and building plants on the Adige.

In the two postulated scenarios (11% of MVF and 17% of MVF) the implementation of each action would respectively generate a 2% increase and a 10% reduction in production.

The suggested visions, while embedded in these two scenarios, try to outline an alternative method to deal with the issues. They follow a principle that we might define complementary rather than conflicting. Both are based on one single hypothesis: that in recent decades energy infrastructures have been the exclusive prerogative of specialists. This has created, both in theory and above all in practice, the trivialization of architecture, up to the point where it has suppressed it, with homologated and standardized language. Hydroelectric power plants, once an expression of what was called the "era of white coal", have stopped being designed and have become mere functional containers (Mori, 1992). In Trentino, just like in the rest of Italy, from the 1920s to the 1960s, hydroelectric power plants that were built wrote the history of Italian industrial architecture (Rost, 1929). Through architecture an economic, social, and cultural value was expressed, but also a highly symbolic one. The plants of Giancarlo Maroni in Riva del Garda, Giovanni Muzio in Torbole and Santa Massenza, as well as those of Gio Ponti on the Noce and the Chiese express a vision. They are extremely contemporary, in the sense that they are the result of a very profound understanding and interpretation in respect to their time. And it is this vision, as a project tool, that still offers us the chance to respond to the challenges of change.

The action of design contains within it idea of the future. Vision, either that of an individual or the collective imaging the future, can only be an indispensable tool.

It is an "activity that transforms pictorial material into meaningful practice, in a never-ending process (...) Where the beholder is above all an interpreter" (Bryson, 1983). If we break away from a positivist approach, the vision gets detached from the mere concept of visual perception, and moves closer to being a glance, i.e. the practice of interpretation, where the image is but one of the elements. The image is both a means of communication and a medium of symbolic significance (Jenks, 1995).

The proposed visions are two different interpretations of energy production, being an opportunity to rethink energy equipment in multipurpose platforms (energy rafts) and landscapes to live in (inhabitable turbines). The reference projects of these two visions are respectively the following: Hydrofutures (2014) and F2H (2009).

The first case being a project developed at the Yale School of Architecture by Swarnabh Ghosh under the supervision of Greg Lynn and Brennan Buck. The project explores the legacy and future of hydroelectric power in the North East of the US, by means of a simulation on the Lower Connecticut River. Starting from the history of dam construction in the United States, this project raises the question of what the role of these great artificial invaders is, by suggesting an alternative to the thousands of inefficient and obsolete dams scattered along most American rivers. Studying the potential application of inflatable structures in the flood controls and the production of energy, this project advises creating hydroelectric power generation by using hydrocracking technology. This "soft" infrastructure generates a completely new relationship between the infrastructure and the river. Starting from the base module, consisting of an inflatable tube system, it is possible to create several spatial configurations that can accommodate many functions.

In the last 10 years, government agencies as the Army Corps of Engineers and turbines producers like Verdant and General Electric have shown a growing interest in hydroelectric energy potentials considered to be a valid alternative choice compared to the traditional way of producing hydroelectric energy. While this type of technology keeps on evolving and testing new applications, Hydrofutures adds a new variable of spatial quality, in addition to use ones, to the production structure. The project makes production machines inhabitable spaces. It creates an energy landscape, transforming a high technological structure into a space with a high social, cultural and symbolic value (Fig.2). This means exploring all the chances offered by an energy production infrastructure, which is also adaptive and sensitive to context. Scalability and adaptability are the two key concepts of this vision, which seems to belong to a future that is already here because we are able to project it or even only to image and conceive it.

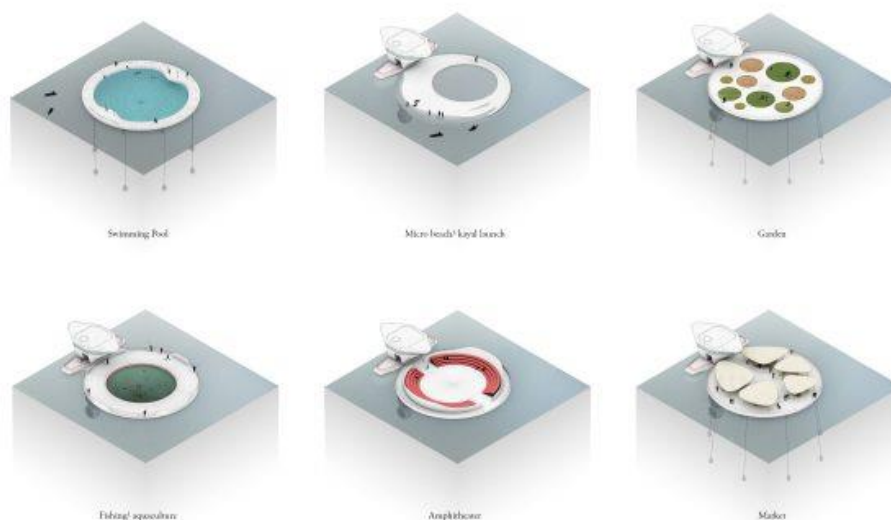


Figure 2: Hydrofutures (2014), different configurations on the inflatable base structure. Project by Swarnabh Ghosh, supervisors: Greg Lynn and Brennan Buck.

In this sense, also what could look like too a futuristic project gets a meaning instead, both in explaining the present and in suggesting future possibilities.

The project F2H, Flood Harnessing Housing - real inhabited turbines - is conceived as a prototype of a new space to live in when the sea level will rise due to climate change.

The prototype totally reverses the relationship between the infrastructure and this kind of situation, turning a strategy of resistance into a strategy of resilience, as in the case of hydraulic works aimed at opposing floods (Moccia & Sgobbo, 2013-2016).

F2H it's a sort of "scheme" that allows to implement many tactics aimed at optimising the response to unexpected events and/or situations that can't be dominated by traditional means. Originally conceived for the East River of Manhattan, between Brooklyn and Manhattan Bridge, it's based on a double-shell system. The inner shell grants living conditions, the outer shell ensures energy production. Brian Novello, one of the designers, uses a metaphor to describe the project: it could be compared to a boat in a bottle. If you fill the bottle with water and you submerge it into another container also filled with water, what you get it's a kind of rudimentary gyroscope. The outer shell (bottle) can easily rotate without compromising the balance of the boat. This principle, translated into an element of the project, becomes a shell that, by rotating, canalise water flows and turns them into the amount of energy needed to fulfill the request of the living units enclosed in the inner container. E2H contains eight living units divided into three different structural elements flowing into a central area of distribution of the space, a sort of square (agorà). The project, based on a strong innovative inclination – mainly from a technological point of view – so that it could seem unattainable, in practice opens a window onto a probable future that is not so far (fig.3).



Figure 3: Docking stations (2009-11), is the project by GRO architects, PLLC e Brian Novello from which was developed the hypothesis F2H. *Source: GRO architects, PLLC*

ENERGIA IDROELETTRICA: ARCHITETTURA, ACQUA E PAESAGGIO

1. INTRODUZIONE

La ricerca è bastata su un postulato iniziale costituito da una doppia proposizione: la prima riguardante lo stato dell'arte, la seconda più strettamente connessa al progetto.

Negli ultimi anni il numero di domande per la realizzazione di nuove derivazioni e impianti idroelettrici, soprattutto di taglia piccola o molto piccola, è cresciuto esponenzialmente. Questa nuova fase per l'idroelettrico coincide con uno dei momenti più complessi della gestione dei corsi d'acqua: la sovrapposizione, anche temporale, fra l'esigenza di incrementare la produzione di energie rinnovabili per conseguire gli obiettivi della Direttiva 2009/28/CE e quella di tradurre in pratica gli obblighi di classificazione, tutela e miglioramento dei corpi idrici imposto dalla Direttiva Quadro Acque. Tale situazione ha creato e sta creando molti conflitti e generando scelte alquanto contraddittorie, che stanno producendo conseguenze ambientali gravi (cfr. CIRF, 2014)

La seconda proposizione riguarda più da vicino il progetto. Essa esprime una posizione che riconsegna al progetto la sua funzione primaria di sintesi tra i saperi e di visione. Il progetto come azione che interpreta il presente, con tutte le sue contraddizioni, e traduce in architettura la sua complessità. Un progetto che aspira a essere innovativo, poiché "oggi, la massima innovazione non nasce più dal centro, bensì dalla frontiera tra i saperi, laddove i sistemi si sovrappongono" (Da Empoli, 2013)

Il contributo restituisce, quindi, i risultati di una molteplicità di confronti e individua nello scollamento tra progetto e tecnica, tra progetto e conoscenze settoriali, il punto di crisi dal quale ripartire per affrontare le questioni emergenti legate al rapporto tra città e acqua, e più in generale, tra insediamenti e sistemi ambientali.

2. TEMI

Nell'immaginario collettivo l'energia idroelettrica gode di una buona reputazione. Questo tipo di energia è considerata, alla stregua di quella fotovoltaica, eolica e geotermica, un'energia "verde" e "pulita". Tale visione, seppur non priva di fondamento, risulta sicuramente parziale e incompleta e rischia di diventare addirittura fuorviante. Bisognerebbe infatti parlare di produzione di energia ad emissioni ridotte di CO₂ più che di energia a zero emissioni e andrebbero presi seriamente in considerazione gli impatti locali che essa produce, anche e soprattutto in combinazione con la sempre minore disponibilità della risorsa acqua, sia in termini quantitativi che qualitativi. Il Ministero dell'Ambiente ha quantificato la riduzione di emissioni di anidride carbonica di 4.000 t/anno se si confronta una centrale idroelettrica che genera 6 GWh rispetto ad una centrale a carbone che produce la stessa quantità di energia. Gli impatti ambientali dell'idroelettrico alla scala locale sono ampiamente riconosciuti, lo sono meno gli effetti derivanti dalla loro combinazione e, ancor meno, lo è il rapporto tra gli impatti paesaggistici e quelli ambientali, o meglio, tra la qualità dell'architettura e quella ambientale. La Commissione Europea indica la produzione idroelettrica come una delle principali cause di mancato raggiungimento o di deroga dagli obiettivi di qualità ecologica richiesti dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE). Già nella relazione sullo stato di attuazione della già citata Direttiva, risalente a ben cinque anni fa, si leggeva: "particolare attenzione va rivolta allo sviluppo dell'energia idroelettrica. È necessario affrontare in modo adeguato i significativi impatti ambientali causati da questo tipo di energia. Occorre dare priorità al rifacimento e all'ampliamento degli impianti esistenti rispetto all'installazione di nuovi impianti; questi ultimi dovrebbero essere

accompagnati da una valutazione strategica condotta a livello di bacino idrografico, selezionando le sedi più adatte in termini di produzione energetica e impatto ambientale minimo". (cfr. COM (2012) 670 final). Nonostante ciò "la produzione di energia idroelettrica sta vivendo un vero e proprio boom a livello globale". (Zolezzi e Carolli, 2016)

Secondo il World Energy Council "hydropower is the leading renewable source for electricity generation globally, supplying 71% of all renewable electricity. Reaching 1,064 GW of installed capacity in 2016, it generated 16.4% of the world's electricity from all sources. Hydropower is mature technology in Europe, with an estimated total installed capacity of 294 GW, of which more than 150 GW represents storage and pumped storage stations. Most of the hydropower potential is developed in northern Europe and Alpine region (...)".

Nei paesi industrializzati, e in particolare nelle Alpi la corsa all'idroelettrico si contraddistingue (...) per la realizzazione di un elevato numero di piccole centraline idroelettriche ad acqua fluente, che complessivamente non riescono a produrre la potenza prodotta attraverso un'unica grande diga, con effetti ambientali diffusi sul territorio e largamente sottostimati, e scarsamente giustificati dove gli allacciamenti alla rete elettrica non risultino problematici. (Zolezzi e Carolli, 2016)

L'esplosione della richiesta di derivazione per impianti di piccole o piccolissime dimensioni è un fenomeno piuttosto recente. Secondo i dati aggiornati al 2015 e riportati nel rapporto statistico del Gestore Servizi Energetici (GSE) pubblicato a marzo 2017, in Italia risultano in esercizio 3.693 impianti idroelettrici; la maggior parte di tali impianti è di piccole dimensioni, con potenza complessiva inferiore a 1 MW. Nel corso del 2015 la produzione da fonte idraulica è stata pari a 45.537 GWh, il 42% della produzione totale da fonti rinnovabili.

Un dato particolarmente interessante è che ben il 76% dell'elettricità generata dagli impianti idroelettrici (34.673 GWh) è stata prodotta da impianti di potenza superiore a 10 MW, e solo il 6% (2.556 GWh) da impianti di piccola dimensione, inferiore a 1 MW.

A fronte di questo dato è necessario sottolineare che "a high amount of Alpine rivers is affected by severe human pressures. Rivers with intact aquatic bioconesoses – expressed by their high ecological status – are restricted throughout the Alps to 11% of the river network. While 15% of the smaller rivers and streams (catchment size 10-100 km²) are still in a high ecological status, only 4% (91km) of the large rivers (catchment size > 1000 km²) remain in a high ecological status" (WWF, 2014).

Negli ultimi 15 anni numerosi studi sulla relazione causa-effetto che esiste tra la produzione di energia idroelettrica e lo status ecologico-ambientale dei fiumi hanno dimostrato l'urgenza di interventi di mitigazione e/o compensazione e sottolineato la necessità di intervenire in maniera integrata e immediata attraverso l'uso di nuovi paradigmi. Tra questi ricordiamo, a solo titolo di esempio, due progetti finanziati con fondi europei: SHARE – Sustainable Hydropower in Alpine River Ecosystems (Alpine Space Programme 2007–2013) e REFORM – REstoring rivers FOR effective catchment Management (FP7- Programme for Research, Technological Development)

Sugli stessi presupposti si basano alcune delle più recenti ricerche che vedono l'Adige al centro di una possibile integrazione tra diverse discipline e che la ricerca La Città dell'altro Adige ha provato a mettere a sistema.

3. CONTESTO

Nel corso dei secoli il fiume Adige è stato fortemente manipolato. Gli interventi, iniziati già in epoca medioevale, hanno subito una forte accelerazione dopo l'inondazione della città di Trento nel 1882. Dopo quella data "l'Adige è stato completamente regimentato, spostato, raddrizzato in tutto il suo percorso di fondovalle, perdendo l'aspetto sinuoso e meandrino e assumendo vieppiù un aspetto canalizzato, tant'è che da Merano a Borghetto il fiume ha perso circa 40 km di percorso.(...) La

sistemazione idraulica ha privato il fiume di importanti funzioni ecologiche e ha eliminato una fonte di diversità biologica data dalla diversa morfologia che si instaura con la presenza di meandri. La sinuosità di un corso d'acqua favorisce la formazione di zone di deposito e di erosione oltre a raschi e pozze, favorendo la presenza di porzioni di alveo con diversa granulometria. Una maggiore morfo-diversità induce a una maggiore possibilità di avere nicchie e habitat diversi e idonei per l'instaurarsi di una comunità bentonica variegata in qualità e favorire una maggiore ritenzione della sostanza organica, dando in tal modo maggiore capacità funzionale al corso d'acqua." (Siligardi, 2016). Inoltre il bacino Imbrifero dell'Adige, nel solo territorio trentino, è interessato da ben 43 derivazioni a scopo idroelettrico (Bertolini & Dori, 2015). Nonostante la forte snaturalizzazione subita, il fiume ha saputo adattarsi alle condizioni indotte dall'uomo ed è riuscito a trovare un equilibrio ecosistemico. Per queste ragioni, secondo Siligardi, nel caso dell'Adige si può parlare di meta-ecosistema più che di ecosistema e per la sua gestione è possibile applicare una valutazione basata sul costo energetico di un ecosistema fluviale. (figura1)



Figura 1: Trento, tratto urbano dell'Adige. Sulla destra, oltre la vegetazione riparia, il quartiere "Le Albere" progettato da Renzo Piano. Foto di Augusto De Sanctis (2017)

In un processo energetico – dice sempre Siligardi - l'energia può assumere diverse forme rispettando il principio di conservazione espresso nella prima legge della termodinamica. Tuttavia, nei vari processi di conversione una quota di energia si degrada irreversibilmente sotto forma di calore (entropia), in accordo al secondo principio della termodinamica. L'energia disponibile, al netto, dell'entropia, rappresenta l'exergia. Sulla base degli studi condotti da Jorgensen (Jørgensen et al. 1995), Siligardi ha calcolato il contenuto exergetico e il livello di complessità di diversi servizi ecosistemici offerti da un

ecosistema fluviale e li ha poi comparati in termini monetari determinandone così il valore dell'eco-exergia. La stima del valore monetario di un servizio ecosistemico può rivelarsi uno strumento utile, oltre che nella gestione, anche e soprattutto nella programmazione degli interventi che riguardano gli ecosistemi fluviali. Poiché il paradigma dell'eco-exergia riguarda i servizi ecosistemici, in altre parole i "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano" (MAE, 2005), esso riguarda strettamente il rapporto tra natura e città, tra natura e paesaggio, tra natura e architettura. In altre parole, l'exergia è uno dei potenziali fattori con cui dovranno confrontarsi le nostre visioni.

4. VISIONI

Il Piano Energetico Ambientale 2013-20 della Provincia di Trento fissa due possibili scenari connessi ad altrettanti fattori, opposti tra loro: da un lato la riduzione della producibilità degli impianti a causa dei cambiamenti climatici (minore disponibilità della risorsa) e dell'applicazione dei vincoli ambientali sull'uso dell'acqua (Deflusso Minimo Vitale - DMV) e sull'uso plurimo delle acque; dall'altro l'aumento della produzione in seguito all'installazione degli impianti di taglia inferiore ai 10MW. Nel primo (DMV pari all'11-12%) si stima una perdita di produzione pari a 169 GWh; nel secondo (DMV intorno al 17%) la perdita di produzione sarebbe pari a 394 GWh. Gli interventi ipotizzati per incrementare l'attuale produzione sono: il ripotenziamento di impianti esistenti, la realizzazione di impianti di mini-idroelettrico e la realizzazione di impianti sull'Adige.

Nei due scenari ipotizzati (DMV all'11% o DMV al 17%) l'apporto di ciascuno di questi interventi produrrebbe, per il primo scenario, un aumento del 2% della produzione, nel secondo, una riduzione del 10%.

Le visioni proposte, pur innestandosi su questi due scenari, provano a delineare una diversa modalità di affrontare le questioni. Esse seguono un principio che potremmo definire di complementarità più che di alterità. Entrambe si basano su un'unica ipotesi: negli ultimi decenni le infrastrutture energetiche sono state a esclusivo appannaggio degli specialisti. Ciò ha creato, in termini disciplinari ma anche e soprattutto pratici, una banalizzazione dell'architettura, fino ad annullarla in un linguaggio omologato e standardizzato. Le centrali idroelettriche, un tempo espressione di quella che è stata definita "l'epopea del carbone bianco", hanno smesso di essere progettate e sono diventate dei meri contenitori di funzioni (Mori G., 1992). In Trentino, così come nel resto d'Italia, dagli anni Venti fino ai Sessanta, si erano costruite centrali idroelettriche che hanno fatto la storia dell'architettura industriale italiana (Rost, 1929). Attraverso l'architettura si esprimeva un valore, economico, sociale, culturale, ma anche fortemente simbolico. Le centrali di Giancarlo Maroni a Riva del Garda, di Giovanni Muzio a Torbole e a Santa Massenza, così come quelle di Gio Ponti sul Noce e sul Chiese esprimono una visione. Sono estremamente contemporanee, nel senso che sono il risultato di una lettura e un'interpretazione profondamente attuali rispetto al loro tempo. Ed è proprio la visione come strumento di progetto che ancora oggi ci offre la possibilità di rispondere alle sfide del cambiamento.

L'atto del progettare contiene in sé un'idea di futuro. La visione, in quanto esercizio della capacità individuale e collettiva di immaginare il futuro, non può che costituirne uno strumento imprescindibile.

Si tratta di "un'attività che trasforma il materiale pittorico in pratica significativa, entro un processo che non ha mai fine (...) Colui che guarda è innanzitutto un interprete" (Bryson, 1983). Se ci allontaniamo da un approccio positivista, la visione si distacca dal mero concetto della percezione visiva, e si avvicina a quello dello sguardo, inteso come pratica d'interpretazione, di cui l'immagine è solo uno degli elementi. L'immagine è al tempo stesso mezzo di comunicazione e veicolo di significati simbolici (Jenks, 1995).

Le visioni proposte costituiscono due diverse interpretazioni della produzione di energia come

occasione per ripensare i dispositivi energetici in piattaforme multiuso (zattere energetiche) e paesaggi da abitare (turbine abitate). I progetti di riferimento di queste due visioni sono rispettivamente: Hydrofutures (2014) e F2H (2009).

Nel primo caso si tratta di un progetto sviluppato alla Yale School of Architecture da Swarnabh Ghosh sotto la supervisione di Greg Lynn e Brennan Buck. Il progetto esplora l'eredità e il futuro dell'idroelettrico nel nord-est degli Stati Uniti attraverso una simulazione sul Lower Connecticut River. A partire dalla storia della costruzione delle dighe negli Stati Uniti, questo progetto mette in discussione il ruolo dei grandi invasi artificiali proponendo un'alternativa alle migliaia di dighe inefficienti ed obsolete sparse lungo gran parte dei fiumi americani. Studiando la potenziale applicazione delle strutture gonfiabili nel controllo delle inondazioni e della produzione di energia, questo progetto propone una forma di generazione di energia idroelettrica che utilizza la tecnologia idrocinetica. Questa infrastruttura "soft" genera un rapporto completamente nuovo tra l'infrastruttura e il fiume. Partendo dal modulo base, costituito da un sistema di tubi gonfiabili, è possibile realizzare diverse configurazioni spaziali che possono ospitare numerose funzioni.

Negli ultimi dieci anni, le agenzie governative come l'Army Corps of Engineers e i produttori di turbine come Verdant e General Electric hanno mostrato un crescente interesse per il potenziale dell'energia idrocinetica come valida alternativa alla generazione tradizionale di energia idroelettrica. Mentre questo tipo di tecnologia continua a evolversi e a sperimentare nuove applicazioni, Hydrofutures aggiunge una variabile di qualità spaziale, oltre che di uso, alla struttura produttiva. Il progetto trasforma delle macchine produttive in spazi da abitare. Esso crea un paesaggio energetico, facendo diventare una struttura ad alto contenuto tecnologico in uno spazio a elevato significato sociale, culturale e simbolico. (Fig.2) Si tratta di esplorare le possibilità offerte da un'infrastruttura di produzione di energia che è anche adattiva e sensibile al contesto. Scalabilità e adattabilità sono i due concetti chiave di questa visione che, di fatto, sembra appartenere a un futuro che è già presente perché siamo in grado di progettarlo o semplicemente immaginarlo.

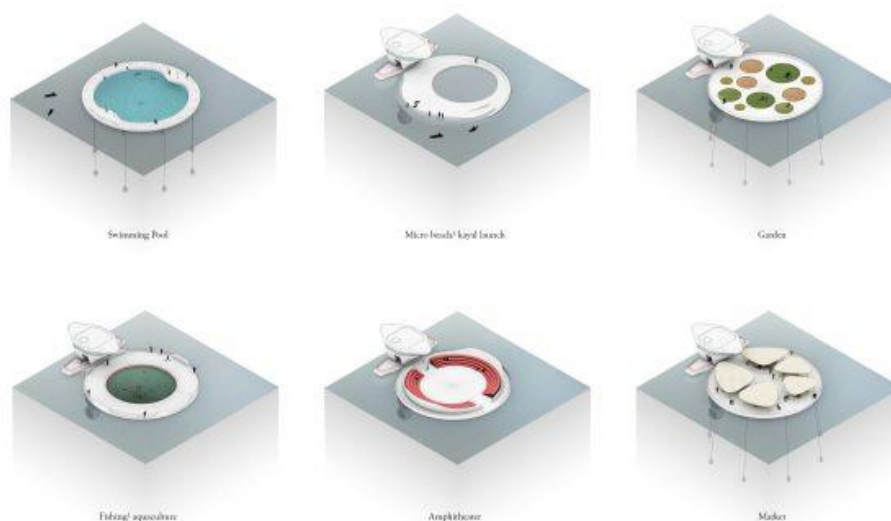


Figura 2: Hydrofutures (2014), diverse configurazioni della struttura gonfiabile di base. Progetto di Swarnabh Ghosh, supervisori: Greg Lynn e Brennan Buck.

In questo senso anche quello che potrebbe sembrare un progetto troppo avveniristico può avere un

significato nell'interpretazione del presente e nell'indicare delle possibilità future. Il progetto F2H, Flood Harnessing Housing, vere e proprie turbine abitate, è pensato come un prototipo di un nuovo spazio da vivere in uno scenario d'innalzamento del livello del mare in seguito ai cambiamenti climatici. Il prototipo ribalta completamente il rapporto tra l'infrastruttura e questo genere di situazioni, trasformando una strategia di resistenza, si pensi alle opere idrauliche costruite per contrastare le alluvioni, in una strategia di resilienza (Moccia & Sgobbo, 2013-2016). F2H è uno "schema" che permette di implementare numerose tattiche al fine di ottimizzare le risposte a situazioni inattese e/o non controllabili con i mezzi tradizionali. Inizialmente pensato per la riva est di Manhattan, tra Brooklyn e Manhattan Bridge, il progetto si basa su un sistema di doppia pelle. Il guscio più interno assicura le condizioni di vivibilità, quello esterno garantisce la produzione energetica. Brian Novello, uno degli ideatori, usa una metafora per descrivere il progetto: questo può essere paragonato a una barca in una bottiglia di vetro. Se si riempie la bottiglia d'acqua e poi la si immerge in un altro recipiente contenente anch'esso dell'acqua, quello che si crea è un giroscopio rudimentale. L'involucro esterno (bottiglia) può tranquillamente ruotare senza compromettere l'equilibrio della nave al suo interno. Questo principio, tradotto in un elemento di progetto, diviene una pelle che ruotando incanala i flussi d'acqua e li trasforma nell'energia utile a soddisfare la domanda delle unità abitative contenute nell'involucro più interno. F2H contiene otto unità abitative separate in tre diversi elementi strutturali che confluiscono verso uno spazio distributivo centrale, una sorta di piazza. Il progetto, basato su una forte carica innovativa – soprattutto da un punto di vista tecnologico – tanto da sembrare irrealizzabile, di fatto ci apre una finestra su un futuro possibile che, a ben guardare, non è poi così lontano. (fig.3)



Figura 3: Docking stations (2009-11) è il progetto di GRO architects, PLLC e Brian Novello da cui è stato poi sviluppata l'ipotesi F2H. Fonte: GRO architects, PLLC

REFERENCES

- Bertolini, A., & Dori, R. (eds.) (2015). *Avremo l'energia dai fiumi. Storia dell'industria idroelettrica in Trentino*. Trento, IT: Fondazione Museo Storico del Trentino.
- Bryson, N. (1983). *Vision and painting. The logic of the gaze*. London, UK: MacMillan.
- CIRF (2014), Report: L'energia "verde" che fa male ai fiumi. Qualità dei corsi d'acqua e produzione idroelettrica in Italia: un conflitto irrisolto.
- Da Empoli, G. (2013). *Contro gli specialisti. La rivincita dell'umanesimo*. Venezia, IT: Marsilio editori.
- Jenks, C. (ed.) (1995). *Visual culture*. London, UK: Routledge.
- Jørgensen, S.E., Nielsen, S.N., & Mejer, H. (1995). Emergy, environ, exergy and ecological modelling. *Ecol. Mod.*, 77, 99-109. doi: 10.1016/0304-3800(93)E0080-M
- MAE (2005): <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.449.aspx.pdf>. Accessed on 03.07.2017.
- Ministero Ambiente (2017): <http://www.minambiente.it/pagina/aspetti-economici-e-impatto-ambientale>. Accessed on 03.07.2017
- Moccia, F.D., & Sgobbo, A. (2013). Flood hazard: planning approach to risk mitigation. *WIT Transactions on the Built Environment*, 134, 89-99. doi:10.2495/SAFE130091
- Moccia, F.D., & Sgobbo, A. (2016). Flood hazard: planning approach to risk mitigation and periphery rehabilitation. In S. Syngellakis (ed.), *Management of Natural Disasters* (pp. 129-144). Southampton, UK: WIT Press. doi: 10.2495/978-1-84566-229-5/012
- Mori, G. (ed.) (1992). *Storia dell'industria elettrica in Italia. Le origini 1882-1914*. Roma-Bari, IT: Laterza.
- Rost, P. (1929). Il carbone bianco, fattore di potenza. *L'economia nazionale*, luglio 1929.
- Siligardi, M. (2016), Ecosistema fluviale e idroelettrico. In C. Rizzi (ed.), *La città dell'altro Adige*. Trento-Barcellona: ListLab.
- WWF (2014): European Alpine Program, Report: Save the Alpine rivers!
- Zolezzi, G., & Carolli, M. (2016), Riaqualificazione fluviale e idroelettrico. Dall'ingegneria Idraulica all'eco-idraulica. In C. Rizzi (ed.), *La città dell'altro Adige*. Trento-Barcellona: ListLab.